

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС

на

Геолозите на Република Македонија

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

-КНИГА 2-



Уредници:

Лепиткова, С. & Боев, Б.

Струга, 2016

*Посебно издание на
Geologica Macedonica, № 4*

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС
на
Геолозите на Република Македонија

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

-КНИГА 2-

Уредници:
Лепиткова, С. & Боев, Б.

Струга, 2016

Издавач: Македонско геолошко друштво

Главни и одговорни уредници: Проф. д-р Соња Лепиткова и
Проф. д-р Блажо Боев

Уреднички одбор: Проф. д-р Тодор Серафимовски (Р.Македонија), Проф. д-р Блажо Боев (Р.Македонија), Acad. Prof. Vladimir Bermanec PhD (Croatia), Акад. проф д-р Владица Цветковиќ (Србија), Acad. prof. Ivan Zagorchev PhD (Bulgaria), Prof. Tadej Dolenec PhD (Slovenia), Prof. David Alderton PhD (Great Britain), Prof. Wolfgang Todt PhD (Germany), Акад. проф. д-р Николај С. Бортников (Русија), Prof. Clark Burchfield PhD (USA), Prof. Thierry Auge PhD (France), Проф. д-р Тодор Делипетров (Р.Македонија), Проф. д-р Милорад Јовановски (Р.Македонија), Проф. д-р Споменко Михајловиќ (Србија), Проф. д-р Драган Миловановиќ (Србија), Проф. д-р Дејан Прелевиќ (Germany), Prof. Albrecht von Quadt (Switzerland) PhD.

Технички уредник: Доц. д-р Игор Пешевски

Печати: Печатница "2-ри Август С" -Штип

Тираж: 300 примероци

Организационен одбор на Третиот Конгрес на Геолозите на Република Македонија

Претседател: Проф. д-р Соња Лепиткова
Секретар: д-р Златко Илијовски

Технички секретар: Доц. д-р Игор Пешевски

Членови: Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Тодор Серафимовски
Проф. д-р Милорад Јовановски
Проф. д-р Орце Спасовски
Проф. д-р Војо Мирчовски
д-р Коста Јованов
м-р Флорент Чиче
Кирил Филев

Финансиска поддршка:

ДПТУ „Бучим“ ДОО-Радовиш
АДОРА ИНЖЕНЕРИНГ ДООЕЛ – Скопје
Рудник “САСА” ДООЕЛ – Македонска Каменица
Градежен Институт „Македонија“ АД – Скопје
ГЕИНГ Кребс унд Кифер Интернешнл и др. ДОО – Скопје
„Мермерен комбинат“ АД – Прилеп
Простор ДОО – Куманово
„Геохидроконсалтинг“ ДООЕЛ – Скопје
„Геохидроинженеринг“ ДООЕЛ – Скопје
Хидроинженеринг ДООЕЛ– Битола
Градежен факултет – Скопје, Катедра за геотехника
„ГЕОМАП“ ДОО – Скопје
БУЛМАК ГРУП ДООЕЛ – Скопје
ЕУРОМАКС РЕСОУРЦЕС ДОО – Скопје
САРДИЧ МЦ ДООЕЛ – Скопје
МАРКОВСКИ КОМПАНИ БОРЧЕ ДООЕЛ – Битола
DIWI Македонија ДООЕЛ – Скопје
ВАРДАРГРАДБА ДОО – Скопје

РЕГИСТРАЦИЈА НА ШУМАНОВ РЕЗОНАНС (пл.ПЛАЧКОВИЦА)

¹Лазо Пекевски, ²Ристо Поповски, ³Зоран Панов, ⁴Страшимир Мавродиџ

¹Сеизмолошка опсерваторија, Природно-математички факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј, Скопје, lazopekevski@yahoo.com

²Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев, ШТИП, risto.popovski@ugd.edu.mk

³Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев, ШТИП, zoran.panov@ugd.edu.mk

⁴Институт за Нуклеарни истражувања и нуклеарна енергија, Бугарска Академија на науките, Софија, schtmavr@yahoo.com

Абстракт

Со цел да се определат вредностите на Шумановите резонантни модови, следени се промените во електромагнетското зрачење на ELF фреквенциите на мерна локација на пл. Плачковица. Снимањето е обавено со помош на две антени кои беа изработени за таа намена. FFT и автерегресионата (AR) спектрална анализа на добиените дигитални записи покажа дека одделните спектрални карактеристики на сигналите јасно ги одредуваат вредностите резонантните фреквенции на модовите на Шуман и нивната диурална зависност.

Клучни зборови: Шуман резонанс, мод, FFT.

ВОВЕД

Постоењето на брановод во просторот опфатен меѓу Земјината површина и јоносферата за прв пат беше претскажана и математички опишана во 1952 година од страна на В.О.Шуман (W.O. Schumann). Тој беше прв истражувач што ги има опишано во 1954 година, резонантни карактеристики на овој брановод.

Електричните атмосферски празнења (громовите) се основниот природен извор на електромагнетните бранови во Земјината атмосфера, чии фреквенции можат да бидат

со вредности до 100 kHz. Така, слојот помеѓу Земјината површина и јоносферата може да се земе како резонаторен систем во кој се формираат овие бранови. Шуман покажал дека во ваквиот брановод основниот мод е со фреквенција од 7.86 Hz, при што се набљудуваат уште најмалку четири повисоки модови, односно се распространуваат електромагнетски бранови со многу ниски фреквенции означени како ELF.

ФИЗИЧКИ МОДЕЛ

Реалниот модел на сферната Земјина површина и просторот над неа сè до јоносферата, се апроксимира со идеален модел на електромагнетна резонантна диелектрична (и *проводна*) шуплина ограничена со границата помеѓу површината на *проводна* сферна Земја и јоносферата.

Во ваков физички модел можат да постојат електромагнетни бранови со карактеристични спектрални компоненти во кои според Шуман, се јавуваат *n* **сопствени модови** со определени резонантни фреквенции (**сопствени фреквенции**). Според него вредности можат да се определат според познатата формула:

$$f_n = \frac{c}{2\pi a} \sqrt{n(n+1)}$$

каде е *a* радиусот на сферната Земја, а *c* е брзината на светлината.

Од овде следи, брановата должина на основниот мод која определена со обемот на Земјата, така да неговата фреквенција, за ваков идеализиран модел, е 7.86 Hz. Според горната формула повисоките модови се со фреквенции; 14.3 Hz, 20.8 Hz, 27.3 Hz и 33.8 Hz.

Истражувањата покажале дека и вредностите на резонантните фреквенции на Шуман, регистрирани во различни мерни точки на површината на Земјата, се менуваат дневно, но и во текот целата година.

Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia

- годишната варијација воглавно е поврзана со електричните празнења во одредени подрачја на Земјата и во одредени периоди во годината,
- дневната варијација е јасно воочлива споредувајќи ги вредностите на Шумановите резонантни фреквенции за два екстремни периоди во деноноќието: околу полноќ и на пладне, кога е *најслабото* и *најсилното влијание* на Сонцето врз јоносферата на Земјата. Тука секако треба да се земе во предвид појавата на атмосферските електрични празнења на локално или регионално ниво, бидејќи и оваа активност е доминантна во одредени периоди на деноноќието и во одредени периоди во годината.

МЕРЕЊА

Првите редовни следења на промените во електромагнетскиот етер на ELF фреквенциите на електромагнетните бранови започнаа од 5.09.2013. На пл. Плачковица во, и непосредно до објектот на Универзитетскиот центар на УГД од Штип е инсталирана неопходната опрема. За таа цел беа изработени од страна Р.Попевски соодветни антени:

Антиена 1: пластична цевка со должина од 80 cm и пресек 5 cm, на која се намотани 42000 навивки на бакарна жица (0.3mm) со омски отпор од 1,69 k Ω и железно *шпаринг* јадро со должина од 100 cm (Сл.1).

Антиена 2: пластична цевка должина од 90 cm, на која се поставени 9 калемии со должина од 10 cm, со 9600 навивки од бакарна жица (0.3 mm) и јадро од трансформаторски лимови со должина од 100 cm.



Слика 1. Конструкција и изработка на антената за регистрација на резонантните модови на Шуман (Антиена 1)

Антените се ориентирани нормално една на друга и тоа: во насока NS (антиена 1) и EW (антиена 2). Со цел да се одбегнат надворешните влијанија, тие се закопани во близина на објектот.

Промените на индуцираната струја во антените се запишуваат во дигитална

форма со помош на професионален систем за аналогно/дигитална аквизиција (16 bit. модел SSR-1, Kinometrics, USA). Овој систем и придружната информатичка опрема е прикажана на Сл.2.

Електромагнетската активност се следи постојано (редовно), со повремени мали прекини поради проблеми со струјното напојување на опремата во објектот. Аквизицијата се обавува на два канала, со аналогно/дигитална конверзија на влезните аналогни сигнали. Семплирањето е на 100Hz и прит тоа се вклучени појасни аналогно/дигитални филтри (DC-50Hz) и засилувачи за максимално зголемување на влезните сигнали.

На слика 3, прикажан е записот на електромагнетскиот сигнал на обете антени добиен во временскиот интервал на 18.06.2016, од 08h 40m до 10h 05m.

Со Фуриевата FFT спектрална анализа на овие сигнали се покажа дека дури и за вака релативно краток сигнал, основниот (M1) и повисоките модови (M2, M3, M4 и M5) на Шуман се јасно воочливи (Сл.4.), при што јасно се одделуваат соодветните резонантни фреквенции на: 7.90 Hz, 14.15 Hz, 20.93 Hz, 25.98 Hz и 31.64 Hz.

Фреквентниот интервал во кој ќе се бараат резонансните фреквенции секако зависи од честотата на семплирање на аналогниот сигнал при процесот на негово дигитализирање. Во нашиот случај, при 0.01 Hz семаплирање, фреквентниот интервал е ограничен во границите од 0-50 Hz.

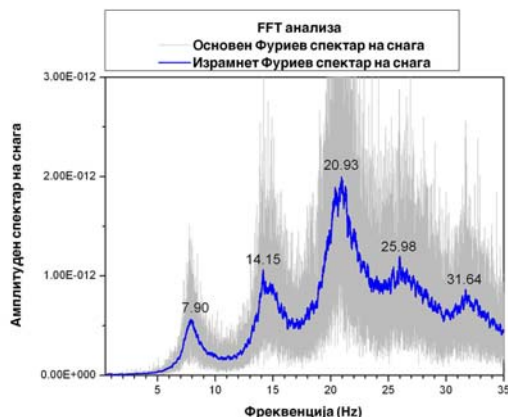


Слика 2. Опредмата за аквизиција и пренос на регистрациите на електромагнетското зрачење на мерното место (аналогни сигнали од антените 1 и 2.

Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia



Слика 3. Регистрација на електромагнетскиот сигнал на обете антени добиен во временскиот интервал на 18.06.2016, од 08h 40m до 10h 05m.

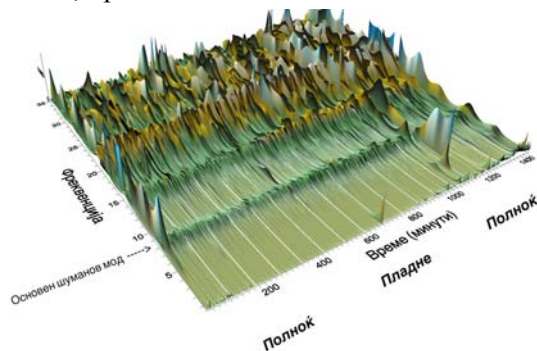


Слика 4. FFT амплитуден спектар на снага на регистрацијата од антена 1 (прикажана на Сл.3.). Прикажани се и резонантните фреквенции на Шуман за првите пет мода.

Во публикуваните резултати во научната литература за досегашните истражувања на карактеристиките на резонансните модови на Шуман, се наведува дека вредностите на фреквенциите за поедините модови се менуваат во текот денот, како и во текот на подолги временски периоди. Тие промени и можните причини кои ги нив предизвикуваат, се едни од основните цели во истражувањата на шумановиот резонанс. Во случај кога локалните и регионалните атмосферски услови се релативно мирни и со отсуство на електрични празнења, главниот придонес во диуралната промена на шумановите фреквентни резонанси е поради сончевата активност (зрачење) и нејзиното влијание врз јоносферата на Земјата. Тоа е јасно воочливо од спектрограмот на регистрацијата на електромагнетскиот сигнал добиен во периодот од 17.06.2016 (21:20) до 18.06.2016 (23:52), каде е применета авторегресионата метода на спектрална анализа (AR). Оваа постапка е повторувана на временски интервали од 60 сек.

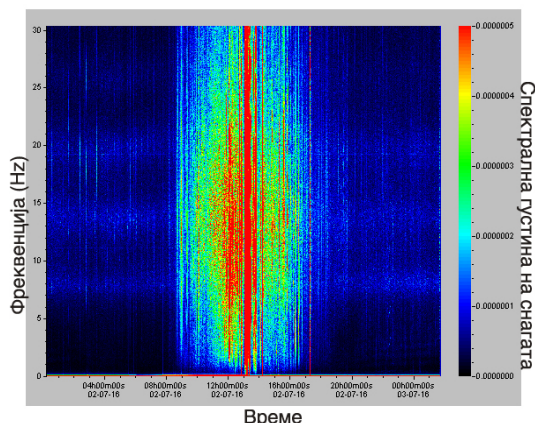
Видливо е зголемувањето на амплитудите на спектралните густини на снагата за основниот Шуманов мод во регистрациите во пладневните часови, во однос на оние кои се регистрирани во ноќните часови (Сл.5).

Познато е дека локалните/регионални временски непогоди имаат големо влијание врз електромагнетското зрачење во атмосферата, просторот над мерното место. Непогодата која се случи на територијата на Македонија на 2.07.2016 во пладневните часови, беше проследена со силни атмосферски празнења и јасно беше регистрирана на нашата станица (Сл.6.). За време на траењето на непогодата, настани сатурација на аналогниот сигнал од антените и FFT спектарот на снага беше презаситен и не беше можно да се одредат вредностите на резонантните модови за времетраењето на непогодата. Тие се сосема јасно видливи за мирниот дел од денот, пред и после непогодата.



Слика 5. Диурална промена во спектрограмот на регистрацијата на електромагнетскиот сигнал снимен во периодот од 17.06.2016(21:20) до 18.06.2016(23:52). Прикажана е последователната примена на авторегресионата метода на спектрална анализа (AR) за секој интервал од 60 сек одделно.

Инаку, во до сега публикуваните резултатите од истражувањата на резонансот на Шуман, се покажало дека брановодот во атмосферата на Земјата (површина-јоносфера) сепак не се однесува како идеален Шуманов резонатор. Тоа се должи на различни причини и одделни физички процеси кои се одвиваат во овој простор и кои доведуваат до губитоци во енергијата на електромагнетските бранови во овој брановод). Се смета дека тоа е причината за отстапувањата во вредностите на Шумановите резонансни фреквенции, мерени во различни станици на Земјината топка.



Слика 6. FFT Спектрограм на електромагнетското бранови (анализата е правена за секој интервал од 81.92 сек). Непогодата се случи на територијата на РМ на 2.07.2016 во пладненвните часови, проследена со силни атмосферски празнења.

Се смета дека сепак како доминантен извор на силните електромагнетски зрачења во атмосферата и понатаму остануваат атмосферските електрични празнења. Според нивната честина на настанувањето и јачините, тие се групирани во одделни зони каде и најчесто настануваат (јужната африканска зона, американската зона, југо-источна азиска зона).

ЗАКЛУЧОК

Следена е секојдневната промена на електромагнетското зрачење во мерното место на пл. Плачковица (штипско), со цел да се регистрира присуството на компоненти во електромагнетското зрачење, чии фреквенции одговараат на модовите на шумановиот резонанс. FFT и AR спектрална анализа го покажа постоењето на резонантните фреквенции на Шуман и тоа: 7.90 Hz, 14.15 Hz, 20.93 Hz, 25.98 Hz и 31.64 Hz (Сл.4). Диурална промена во вредностите на спектралните амплитуди во електромагнетскиот спектар (Сл.5), понатаму ќе биде цел на подетално анализа.

Се покажа дека локалните и регионални временски прилики имаат силно влијание врз електромагнетското зрачење на територијата на Македонија (Сл.6.)

Во Штип (на Факултетот за природни и технички науки при УГД) и во Скопје (во непосредната близина на сеизмолошката опсерваторија на Природно-математичкиот факултет при УКИМ) веќе се инсталирани вариометарски геомагнетни и сеизмолошки станици. Со натамошната

здружена анализа и корелација на геомагнетските и сеизмолошки податоци, и податоците од Шумановата станица, ќе се бара нивната обострана поврзаност, но и промените, кога во локални и регионални размери се менуваат:

- временскиот след на атмосферските празнења,
- промените во геомагнетското поле одн. значајни отстапувања од дневната Sq варијација,
- сеизмичката активност и појавата на локални или регионални земјотреси со одредена јачина,
- динамичките карактеристики на секој одделен мод на Шуман.

SUMMARY

The aim of authors is to present for the first time, the results related to the acquisition and research of the Schumann resonance in Macedonia. On the site in the Plackovica mountain, since 5.09.2013, has been installed two antennas to record atmospheric electromagnetic waves. Applying the FFT and autoregression spectral analysis (AR), first five Schumann's modes are clearly visible on: 7.90 Hz, 14.15 Hz, 20.93 Hz, 25.98 Hz and 31.64 Hz. As a next step related to a profound analyses of Schumann's resonance, our intention should be researching the characteristics of local/regional geomagnetic and seismological activities, as well as the correlation with local changes in some Schumann's resonant modes of interest.

ЛИТЕРАТУРА

- Nickolaenko A.P.: Modern aspects of Schumann resonance studies. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, Vol. 59, No. 7, pp. 805-816. 1997. Elsevier Science Ltd.
- Nazra, S., A.K. Sinha A.K. and B.M. Pathan: Variation of Schumann resonance frequency observed at Allahabad, Indian Journal of Radio & Space Physics, Vol. 39. October 2010, pp.308-311.
- Beloglazov M. I. and V. V. Pchelkin: Specific Distribution of the Noise Electromagnetic Field Level at High Latitudes in the Vicinity of the First Schumann Resonance. Geomagnetism and Aeronomy, 2011, Vol. 51, No. 5, pp. 664-668. © Pleiades Publishing, Ltd., 2011. (Original Russian Text © M.I. Beloglazov, V.V. Pchelkin, 2011, published in Geomagnetizm i Aeronomiya, 2011, Vol.51, No.5, pp.677-682).
- Toledo-Redondo Sergio, Jesús Fornieles, Alfonso Salinas, Antonio Méndez, Jorge Porti: New ELF (Schumann resonance) measurement station in Sierra Nevada, Spain. Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-5793, 2013. EGU General Assembly 2013.